



**PROJET D'AMENAGEMENT DU CARREFOUR AKWABA
DANS LA COMMUNE DE PORT-BOUËT**

ABIDJAN - Côte d'Ivoire

Rapport N°1





Etude de la qualité de l'air

Destinataire : **BNETD**
Boulevard Hassan II
Cocody, 04 BP 945 Abidjan 04

CÔTE D'IVOIRE

Réf : 171 124 143

Présenté par :

	
C.I.M.C.I. SARL Bingerville – Quartier Savane 28 BP 1271 ABIDJAN CÔTE D'IVOIRE	TECHNISIM Consultants 2 rue Saint Théodore 69003 LYON FRANCE
Tél : (+225) 24 38 07 67 Fax : (+225) 23 55 63 33	Tél : (+33) 4 72 33 91 67 GSM : (+33) 6 80 34 31 02

Date : 15 décembre 2017

Sommaire

1	PRESENTATION DU PROJET	5
2	SENSIBILITE DU DOMAINE D'ETUDE	6
3	MESURES <i>IN SITU</i> DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	8
	3.1 Présentation des mesures in situ	8
	3.2 Résultats des mesures par polluants.....	12
4	IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR	17
	4.1 Trafic routier.....	17
	4.2 Emissions atmosphériques.....	19
	4.3 Simulation numérique de la dispersion atmosphérique	22
	CONCLUSION	36
	ANNEXE 1 : PRESENTATION DES POLLUANTS MESURES	38

Liste des figures

Figure 1 : Emplacement du Carrefour Akwaba.....	6
Figure 2 : Emplacement du Carrefour Akwaba.....	7
Figure 3 : Emplacement des points de mesure de la pollution atmosphérique.....	9
Figure 4 : Brins routiers étudiés	18
Figure 5 : Emissions journalières – Dioxyde d’azote.....	21
Figure 6 : Emissions journalières – Dioxyde de soufre.....	21
Figure 7 : Emissions journalières – Particules PM10.....	21
Figure 8 : Emissions journalières – Particules PM2,5.....	21
Figure 9 : Emissions journalières – Benzène.....	21
Figure 10 : Modélisation gaussienne d’un panache.....	23
Figure 11 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en NO ₂	25
Figure 12 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en NO ₂	26
Figure 13 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en SO ₂	27
Figure 14 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en SO ₂	28
Figure 15 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en PM10	29
Figure 16 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en PM10	30
Figure 17 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en PM2,5	31
Figure 18 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en PM2,5	32
Figure 19 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en benzène	33
Figure 20 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en benzène	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sites sensibles à la pollution atmosphérique	6
--	---

Tableau 2 : Description et résultats des points de mesure in situ	10
Tableau 3 : Synthèse des résultats pour le dioxyde d'azote	12
Tableau 4 : Synthèse des résultats pour le dioxyde de soufre	13
Tableau 5 : Synthèse des résultats pour le benzène	13
Tableau 6 : Synthèse des résultats pour l'ozone	14
Tableau 7 : Synthèse des résultats pour les dépôts particuliers	15
Tableau 8 : Synthèse des résultats pour l'ammoniac	15
Tableau 9 : Synthèse des résultats pour l'acide nitrique	16
Tableau 10 : Synthèse des résultats pour le sulfure d'hydrogène	16
Tableau 11 : Données trafic	18
Tableau 12 : Emissions globales pour les scénarios traités	20
Tableau 13 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote	24
Tableau 14 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre	26
Tableau 15 : Résultats des modélisations pour les particules PM10	28
Tableau 16 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5	30
Tableau 17 : Résultats des modélisations pour le benzène	32
Tableau 18 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5	34
Tableau 19 : Présentation du dioxyde d'azote	38
Tableau 20 : Présentation du benzène	38
Tableau 21 : Présentation du dioxyde de soufre	39
Tableau 22 : Présentation du sulfure d'hydrogène	39
Tableau 23 : Présentation de l'ozone	40
Tableau 24 : Présentation de l'ammoniac	41
Tableau 25 : Présentation de l'acide nitrique	42
Tableau 26 : Dépôts particuliers	42

Préambule

ABIDJAN, comme d'autres grandes villes africaines et en tant que capitale économique et ville la plus peuplée de la Côte-d'Ivoire, est confrontée à des problèmes de pollution atmosphérique.

En raison de l'accroissement de la population et de la circulation automobile, les prévisions¹ tendent vers une augmentation future des émissions de polluants d'origine routière, comme les oxydes d'azote, les particules ou les oxydes de soufre.

C'est pourquoi - pour tout nouveau projet routier - il est nécessaire d'étudier les rejets dus au trafic des véhicules motorisés, comme cela est préconisé dans les études d'impact.

CIMCI Sarl et TechniSim Consultants ont en charge la réalisation de l'étude de la qualité de l'air du projet d'aménagement du Carrefour Akwaba, sur le territoire de la commune de Port-Bouët à ABIDJAN, en Côte d'Ivoire.

Cette étude porte sur la réalisation de cette prestation.

1 Présentation du projet

Le présent projet vise à aménager l'actuel Carrefour Akwaba en échangeur routier.

En effet, cet aménagement a été identifié comme une réalisation majeure pour améliorer la compétitivité de la ville d'Abidjan.

La figure ci-dessous présente l'emplacement du Carrefour Akwaba, au sein de la commune de Port-Bouët à Abidjan.

¹ C. Liousse. "Explosive growth in African combustion emissions from 2005 to 2030". *Environmental Research Letters*, Mars 2014.



Figure 1 : Emplacement du Carrefour Akwaba

2 Sensibilité du domaine d'étude

Le carrefour Akwaba est situé à proximité de zones d'habitation, où plusieurs sites sensibles à la pollution atmosphérique ont été recensés. Le tableau ci-après recense ces sites sensibles.

Tableau 1 : Sites sensibles à la pollution atmosphérique

	N°	Nom	Latitude	Longitude
<i>Ecoles</i>	1	Groupe scolaire Selmer Hôpital	N 5,25969°	O 3,96291°
	2	Ecole Selmer Commissariat	N 5,25733°	O 3,96022°
	3	Complexe socio-éducatif de Port-Bouët	N 5,26007°	O 3,96039°
	4	Groupe scolaire Sogefiha 2	N 5,25900°	O 3,96771°
	5	Groupe scolaire Seny Fofana	N 5,25622°	O 3,96744°
	6	Groupe scolaire Selmer Camp Vridi	N 5,25699°	O 3,96979°
	7	Ecole	N 5,27863°	O 3,97696°
<i>Collège</i>	1	Collège Notre-Dame d'Afrique Biétry	N 5,27175°	O 3,97462°
<i>Lycée</i>	1	Lycée moderne de Port-Bouët	N 5,25484°	O 3,95799°
<i>Terrains de sport</i>	1	Terrains de sports	N 5,25402°	O 3,95805°
	2	Terrain de sport	N 5,27059°	O 3,97472°
<i>Centre de soin</i>	1	Hôpital de Port-Bouët	N 5,26267°	O 3,96207°

La figure *infra* illustre l'emplacement des sites sensibles et des zones d'habitation dans l'environnement proche du projet.

Le site sensible le plus proche s'avère l'hôpital de Port-Bouët sis à environ 400 m au sud du Carrefour Akwaba.

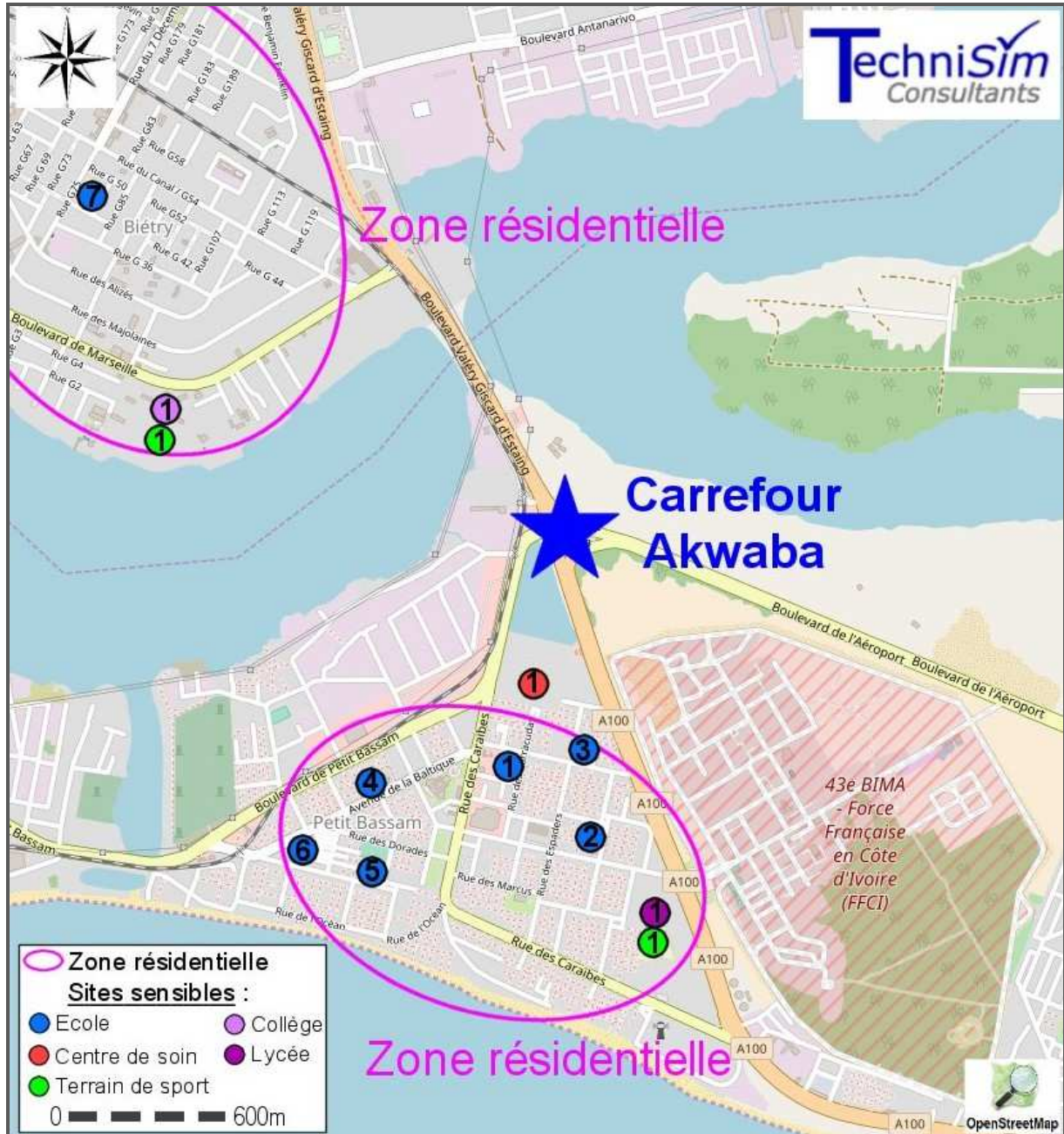


Figure 2 : Emplacement du Carrefour Akwaba

3 Mesures *in situ* de la pollution atmosphérique

3.1 Présentation des mesures *in situ*

Afin de pouvoir caractériser la qualité actuelle de l'air aux abords du projet, il a été inventorié dans cette étude les résultats de plusieurs campagnes de mesure réalisées entre 2010 et 2016 sur Abidjan à l'aide de tubes passifs pour les polluants gazeux, et de plaquettes DIEM pour les retombées de poussières. Ces campagnes sont afférentes aux études suivantes :

- **Campagne de 21 points de mesure** du 15/12/2015 au 16/02/2016, dans le cadre de l'étude « Spatial distribution of gaseous pollutants (NO₂, SO₂, NH₃, HNO₃ and O₃) in Abidjan, Côte d'Ivoire » par J. Bahino et al. parue dans *Atmospheric Chemistry and Physics* (2017) ;
- **Campagne de 5 points de mesure** du 26/05 au 09/06/2014, pour le projet de redressement du Boulevard de France (CIMCI Sarl / TechniSim Consultants) ;
- **Campagne de 6 points de mesure** du 26/11 au 10/12/2012, pour le projet de construction du Pont entre Azito et l'île Boulay (CIMCI Sarl / TechniSim Consultants) ;
- **Campagne de 7 points de mesure** du 10/09 au 23/09/2012, pour le projet d'aménagement de l'autoroute-voie express d'Abidjan à Grand Bassam (CIMCI Sarl / TechniSim Consultants) ;
- **Campagne de 10 points de mesure** du 25/04 au 10/05/2012, pour le projet de création d'une unité de récupération et de torchage du biogaz de la décharge d'Akouédo (CIMCI Sarl / TechniSim Consultants) ;
- **Campagne de 6 points de mesure** du 18/02 au 05/03/2010, pour le projet de construction de la Raffinerie de la Paix à l'ouest du canal de Vridi (CIMCI Sarl / TechniSim Consultants).

Note : Du fait de leur éloignement trop important, certains points de mesure de ces études n'ont pas été pris en compte dans ce rapport.

La figure ci-après indique les emplacements des points de mesure *in situ* sur Abidjan considérés pour ce projet.

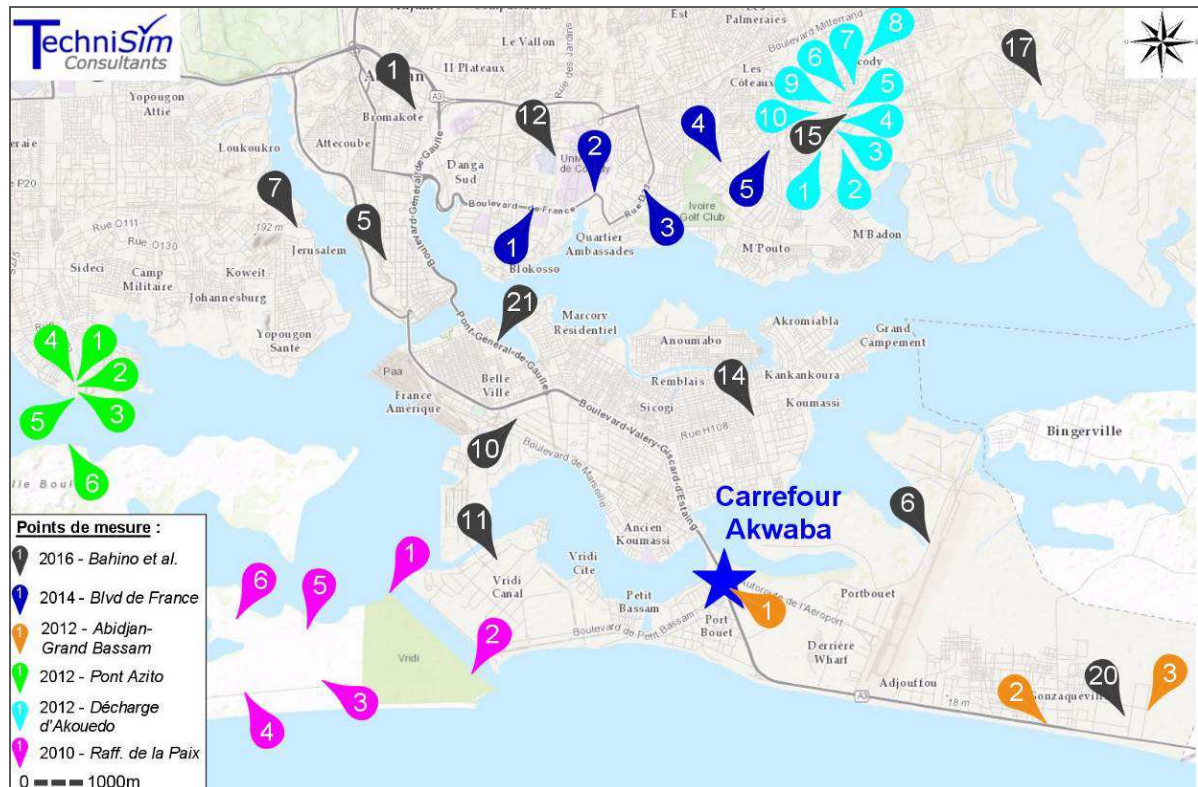


Figure 3 : Emplacement des points de mesure de la pollution atmosphérique

Les polluants atmosphériques mesurés au cours des différentes campagnes sont listés ci-après :

- le dioxyde d'azote (NO₂) ;
- le benzène (C₆H₆) ;
- le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- l'ozone (O₃) ;
- le sulfure d'hydrogène (H₂S) ;
- l'ammoniac (NH₃) ;
- l'acide nitrique (HNO₃) ;
- les dépôts particuliers.

La description des points de mesures (typologie des points lors des mesures, coordonnées GPS et concentrations relevées) figure dans le tableau ci-après.

Tableau 2 : Description et résultats des points de mesure in situ

Nom de l'étude	N° point	Typologie	Coord. GPS	NO ₂ (µg/m ³)	C ₆ H ₆ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	HNO ₃ (µg/m ³)	Dépôts (mg/m ² /j)
Etude J. Bahino et al.	1	Trafic	N 5,35389° O 4,01777°	39,1	-	6,8	22,2	-	21,7	2,8	-
	5	Trafic	N 5,32583° O 4,02389°	45,0	-	8,1	15,3	-	16,0	2,8	-
	6	Trafic	N 5,27389° O 3,92250°	13,0	-	1,0	36,9	-	13,1	2,3	-
	7	Trafic	N 5,33111° O 4,03972°	32,9	-	3,9	24,3	-	25,8	3,1	-
	10	Urbain	N 5,29667° O 3,99917°	33,3	-	4,2	17,3	-	14,6	2,1	-
	11	Industriel	N 5,27000° O 4,00194°	47,0	-	5,0	18,8	-	13,7	1,8	-
	12	Industriel / Port	N 5,34500° O 3,99083°	23,5	-	1,8	27,7	-	16,6	2,6	-
	14	Trafic	N 5,29778° O 3,95556°	33,1	-	2,9	14,9	-	47,2	1,5	-
	15	Brûlage de déchets	N 5,35333° O 3,93778°	22,6	-	3,1	34,6	-	27,2	3,4	-
	17	Fond périurbain	N 5,35833° O 3,90194°	25,6	-	2,6	33,0	-	15,7	3,6	-
	20	Périurbain	N 5,24194° O 3,88583°	13,0	-	1,0	37,5	-	10,0	2,1	-
21	Espace vert	N 5,31139° O 4,00278°	11,3	-	1,0	26,7	-	9,5	1,5	-	
Etude Décharge Akouédo	1	Rural	N 5,34578° O 3,94308°	-	-	-	-	1,8	4,6	-	-
	2	Proximité décharge	N 5,34606° O 3,93936°	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	Rural	N 5,34872° O 3,94075°	-	-	-	-	2,0	14,4	-	-
	4	Rural	N 5,35058° O 3,93950°	-	-	-	-	2,0	10,5	-	-
	5	Proximité décharge	N 5,35292° O 3,93831°	-	-	-	-	2,8	15,9	-	-
	6	Proximité décharge	N 5,35586° O 3,93853°	-	-	-	-	3,1	9,8	-	-
	7	Rural	N 5,35719° O 3,93711°	-	-	-	-	2,1	9,2	-	-
	8	Proximité décharge	N 5,36289° O 3,93503°	-	-	-	-	1,6	8,1	-	-
	9	Rural	N 5,35375° O 3,94081°	-	-	-	-	2,0	11,9	-	-
	10	Rural	N 5,35284° O 3,94332°	-	-	-	-	1,5	5,9	-	-

Nom de l'étude	N° point	Typologie	Coord. GPS	NO ₂ (µg/m ³)	C ₆ H ₆ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)	H ₂ S (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	HNO ₃ (µg/m ³)	Dépôts (mg/m ² /j)
<i>Etude Bld de France</i>	1	Trafic	N 5,33504° O 3,99607°	46,1	-	-	-	-	-	-	-
	2	Trafic	N 5,33783° O 3,98469°	28,8	-	-	-	-	-	-	-
	3	Trafic	N 5,33791° O 3,97592°	33,7	-	-	-	-	-	-	-
	4	Faiblement urbanisé	N 5,34406° O 3,96160°	14,0	-	-	-	-	-	-	-
	5	Trafic	N 5,34584° O 3,95251°	39,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Etude Autoroute Abidjan-Grand Bassam</i>	1	Trafic (Carrefour Akwaba)	N 5,26481° O 3,96061°	12,8	-	-	-	-	-	-	-
	2	Trafic	N 5,23814° O 3,88711°	30,9	-	-	-	-	-	-	-
	3	Rural	N 5,23417° O 3,85644°	6,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Etude Pont Azito</i>	1	Urbain	N 5,30361° O 4,08092°	7,7	-	-	-	-	-	-	-
	2	Urbain	N 5,30231° O 4,08094°	7,5	-	-	-	-	-	-	-
	3	Urbain	N 5,30137° O 4,08061°	7,8	-	-	-	-	-	-	-
	4	Urbain	N 5,30361° O 4,08114°	9,7	-	-	-	-	-	-	-
	5	Urbain	N 5,30036° O 4,08119°	5,5	-	-	-	-	-	-	-
	6	Rural	N 5,29136° O 4,08031°	3,7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Etude Raffinerie de la Paix</i> <i>Résultats sur 5 jours et résultats sur 15 jours</i>	1	Rural	N 5,26583° O 4,02346°	5,2	13,2	0,9	84,2	0,1	-	-	98,2
				5,4	5,8	0,5	36,2	<LD*	-	-	25,5
	2	Rural	N 5,24929° O 4,00849°	1,7	0,9	0,5	92,2	0,4	-	-	59,1
				2,3	0,6	0,4	33,5	<LD*	-	-	424,2
	3	Rural	N 5,24786° O 4,03564°	2,3	1,4	0,6	106,6	0,2	-	-	2,9
				1,7	0,5	38,6	29	<LD*	-	-	47,8
4	Rural	N 5,24631° O 4,04975°	0,5	1	2,9	89,7	0,2	-	-	25	
			2,4	0,4	2,3	43	<LD*	-	-	70,2	
5	Rural	N 5,25725° O 4,03847°	2,5	1	2,9	89,7	0,2	-	-	61,3	
			3,3	0,7	1	23	<LD*	-	-	64,4	
6	Rural	N 5,10283°	0,8	0,5	1,6	79,9	0,2	-	-	52,9	
			1,8	-	-	22,9	<LD*	-	-	229,5	

O 4,03847°

*LD : Limite de détection

3.2 Résultats des mesures par polluants

Les tableaux des paragraphes ci-après synthétisent les concentrations obtenues en fonction de la typologie des points de mesure *in situ*, c'est-à-dire : « trafic », « résidentiel / urbain », « périurbain », « rural », « industrie / décharge ». Ces teneurs sont comparées avec les différents seuils fixés en fonction du polluant.

❖ Dioxyde d'azote NO₂

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour le dioxyde d'azote.

Tableau 3 : Synthèse des résultats pour le dioxyde d'azote

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats (µg/m ³)	SEUIL
Dioxyde d'azote NO ₂	Points de type « Trafic »	Moyenne : 32,2 Minimum : 12,8 Maximum : 46,1	Seuil OMS : 40 µg/m³ en moyenne annuelle
	Points de type « Résidentiel/Urbain »	Moyenne : 16,0 Minimum : 5,5 Maximum : 33,1	
	Points de type « Périurbain »	Moyenne : 19,3 Minimum : 13,0 Maximum : 25,6	
	Points de type « Rural »	Moyenne : 3,4 Minimum : 1,7 Maximum : 6,8	
	Points de type « Industrie/Décharge »	Moyenne : 34,3 Minimum : 22,6 Maximum : 47,0	

Il est possible de constater que le point de mesure situé au niveau du Carrefour Akwaba indique un taux de dioxyde d'azote de 12,8 µg/m³, respectant ainsi le seuil OMS de 40 µg/m³ en moyenne annuelle.

Toutefois, en ce qui concerne les points de mesure de type « Trafic » et « Urbain / Résidentiel », (représentatifs de l'environnement du Carrefour Akwaba) les concentrations mesurées sont en moyenne inférieures au seuil OMS, mais peuvent être amenées à dépasser cette limite pour certains points en milieu « trafic ».

Les valeurs les plus élevées ont été mesurées pour les points de type « industrie / décharge » et « trafic », avec des moyennes respectives de 34,3 et 32,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

❖ Dioxyde de soufre SO_2

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour le dioxyde de soufre.

Tableau 4 : Synthèse des résultats pour le dioxyde de soufre

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SEUIL
Dioxyde de soufre SO_2	Points de type « Trafic »	Moyenne : 4,6 Minimum : 1,0 Maximum : 8,1	Niveau critique européen pour la protection de la végétation : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle Objectif de qualité français pour la protection de la santé humaine : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle
	Points de type « Résidentiel / Urbain »	Moyenne : 2,9 Minimum : 1,8 Maximum : 3,9	
	Points de type « Périurbain »	Moyenne : 1,8 Minimum : 2,6 Maximum : 1,0	
	Points de type « Rural »	Moyenne : 1,1 Minimum : 0,4 Maximum : 2,3	
	Points de type « Industrie/Décharge »	Moyenne : 4,1 Minimum : 5,0 Maximum : 3,1	

Pour tous les types de milieux étudiés sur la ville d'Abidjan, les concentrations mesurées en dioxyde de soufre sont inférieures au seuil européen défini pour la protection de la végétation et de la santé humaine.

Identiquement au dioxyde d'azote, les valeurs les plus élevées ont été mesurées pour les points de type « industrie / décharge » et « trafic », avec des moyennes respectives de 4,1 et 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

❖ Benzène C_6H_6

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour le benzène.

Tableau 5 : Synthèse des résultats pour le benzène

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SEUIL
Benzène C_6H_6	Points de type « Rural »	Moyenne : 1,4 Minimum : 0,4 Maximum : 5,8	Valeur limite européenne : 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

Sur Abidjan, les mesures de benzène en milieu rural ont été conformes au seuil européen de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

❖ Ozone O_3

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour l'ozone.

Tableau 6 : Synthèse des résultats pour l'ozone

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SEUIL
<i>Ozone O_3</i>	Points de type « Trafic »	Moyenne : 22,7 Minimum : 14,9 Maximum : 36,9	Pas de seuil annuel défini pour l'ozone. Seuil OMS : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures
	Points de type « Résidentiel/ Urbain »	Moyenne : 22,3 Minimum : 14,9 Maximum : 27,7	
	Points de type « Périurbain »	Moyenne : 35,2 Minimum : 33,0 Maximum : 37,5	
	Points de type « Rural »	Moyenne : 60,8 Minimum : 22,9 Maximum : 106,6	
	Points de type « Industrie/Décharge »	Moyenne : 23,6 Minimum : 17,3 Maximum : 34,6	

Les concentrations les plus élevées en ozone ont été mesurées pour les points de type « rural » ou « périurbain » (moyennes respectives de 60,8 et 35,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

L'ozone est un polluant secondaire, c'est-à-dire qu'il n'est pas directement rejeté dans l'atmosphère, mais est créé suite à une transformation des polluants primaires par le rayonnement solaire.

La formation de l'ozone nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent. Cela explique pourquoi les valeurs les plus élevées en ozone se retrouvent pour les milieux les plus éloignés des sources de pollution atmosphérique.

❖ **Dépôts particuliers**

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour les dépôts particuliers.

Tableau 7 : Synthèse des résultats pour les dépôts particuliers

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats (mg/j/m ²)	SEUIL
Dépôts particuliers	Points de type « Rural »	Moyenne : 126,4 Minimum : 25,5 Maximum : 424,2	Seuil suisse (OPair) : 200 mg/j/m² en moyenne annuelle Seuil allemand (TA Luft) : 350 mg/j/m² en moyenne annuelle Seuil français : 500 mg/j/m² en moyenne annuelle

En milieu rural, les mesures de retombées de poussières ont respecté en moyenne les différents seuils en vigueur.

Il est intéressant de remarquer cependant que certaines valeurs ont été supérieures aux limites les plus contraignantes (seuils suisse et allemand).

❖ **Ammoniac NH₃**

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour l'ammoniac.

Tableau 8 : Synthèse des résultats pour l'ammoniac

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats (µg/m ³)	SEUIL
Ammoniac NH ₃	Points de type « Trafic »	Moyenne : 24,7 Minimum : 13,1 Maximum : 47,2	Valeurs Toxicologiques de Référence [VTR] : ATSDR (2004) : 70 µg/m³ en inhalation chronique US EPA (1991) : 100 µg/m³ en inhalation chronique OEHHA (2000) : 200 µg/m³ en inhalation chronique
	Points de type « Résidentiel/Urbain »	Moyenne : 29,9 Minimum : 16,6 Maximum : 47,2	
	Points de type « Périurbain »	Moyenne : 12,8 Minimum : 10,0 Maximum : 15,7	
	Points de type « Rural »	Moyenne : 9,4 Minimum : 4,6 Maximum : 14,4	
	Points de type « Industrie/Décharge »	Moyenne : 29,9 Minimum : 16,6 Maximum : 47,2	

Les mesures sur Abidjan révèlent des concentrations en ammoniac inférieures aux Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) disponibles pour ce polluant.

❖ Acide nitrique HNO₃

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour l'acide nitrique.

Tableau 9 : Synthèse des résultats pour l'acide nitrique

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats (µg/m ³)	SEUIL
<i>Acide nitrique HNO₃</i>	Points de type « Trafic »	Moyenne : 2,5 Minimum : 1,5 Maximum : 3,1	Limite d'exposition acceptable de l'OSHA (Etats-Unis) en milieu de travail : 5 200 µg/m³ sur 8 heures
	Points de type « Résidentiel/Urbain »	Moyenne : 2,4 Minimum : 1,5 Maximum : 3,1	
	Points de type « Périurbain »	Moyenne : 2,8 Minimum : 2,1 Maximum : 3,6	
	Points de type « Industrie/Décharge »	Moyenne : 2,4 Minimum : 1,8 Maximum : 3,4	

Concernant l'acide nitrique, les résultats sont plutôt homogènes entre les différents types de milieux, avec des teneurs moyennes comprises entre 2,4 et 2,8 µg/m³.

❖ Sulfure d'hydrogène H₂S

Le tableau ci-après résume les résultats obtenus pour le sulfure d'hydrogène.

Tableau 10 : Synthèse des résultats pour le sulfure d'hydrogène

POLLUANT	Typologie des points de mesure	Résultats (µg/m ³)	SEUIL
<i>Sulfure d'hydrogène H₂S</i>	Points de type « Rural »	Moyenne : 1,1 Minimum : 0,1 Maximum : 2,1	Valeurs Toxicologiques de Référence [VTR] : ATSDR (2006) : 30 µg/m³ en inhalation subchronique US EPA (2003) : 2 µg/m³ en inhalation chronique OEHHA (2007) : 10 µg/m³ en inhalation chronique
	Points de type « Industrie / Décharge »	Moyenne : 2,5 Minimum : 1,6 Maximum : 3,1	

Les mesures en sulfure d'hydrogène sur Abidjan pour les points de type « rural » révèlent des concentrations en ammoniac inférieures aux Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) disponibles pour ce polluant.

En revanche, à proximité des points de mesure de type « industrie / décharge », le risque de lésions nasales à long terme n'est pas à exclure, compte tenu du fait que les concentrations moyennes dépassent le seuil de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ défini par l'US EPA.

❖ Synthèse

Les mesures réalisées au cours des différentes campagnes sur ABIDJAN indiquent une qualité de l'air plutôt bonne dans l'ensemble. Cependant, les résultats des mesurent peuvent parfois se trouver au-dessus des seuils de qualité pour certains polluants à proximité des sources de pollution (Milieux « trafic » et « industrie / décharge »).

4 Impact du projet sur la qualité de l'air

4.1 Trafic routier

Pour l'horizon actuel 2017, les trafics routiers utilisés pour l'étude de la qualité de l'air ont été construits à partir des valeurs maximales des comptages en période diurne menés lors des mesures acoustiques réalisées pour ce même projet.

L'horizon futur a été considéré comme prenant place 5 ans après l'horizon actuel, soit 2022. En ce qui concerne ce scénario précis, il a été supposé une augmentation annuelle du trafic de 4 % et un report de 30 % de la circulation du Boulevard Valéry Giscard d'Estaing vers la nouvelle voie reliant le Boulevard de Marseille et le Carrefour Akwaba.

Les vitesses utilisées sont issues également des comptages de l'étude acoustique.

Les données trafic sont présentées dans le tableau ci-après pour le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA).

Tableau 11 : Données trafic

BRINS	DESCRIPTION	Longueur	Etat actuel 2017		Etat futur 2022	
			VL TMJA	PL TMJA	VL TMJA	PL TMJA
Brin n°1	Bd Valéry Giscard d'Estaing, en direction de Grand Bassam	0,62 km	29 160	2 120	35 478	2 579
Brin n°2	Bd de Petit Bassam, en direction du quartier Vridi	0,66 km	11 080	2 040	13 481	2 482
Brin n°3	Boulevard de l'Aéroport	1,69 km	12 320	2 660	10 492	2 265
Brin n°4	Bd Valéry Giscard d'Estaing, en direction du Nord	1,07 km	43 760	1 920	53 240	2 336
Brin n°5	Nouvelle voie reliant le Bd de Marseille et le Carrefour Akwaba	1,40 km	0	0	4 497	

Les brins routiers étudiés sont représentés sur la figure ci-après.

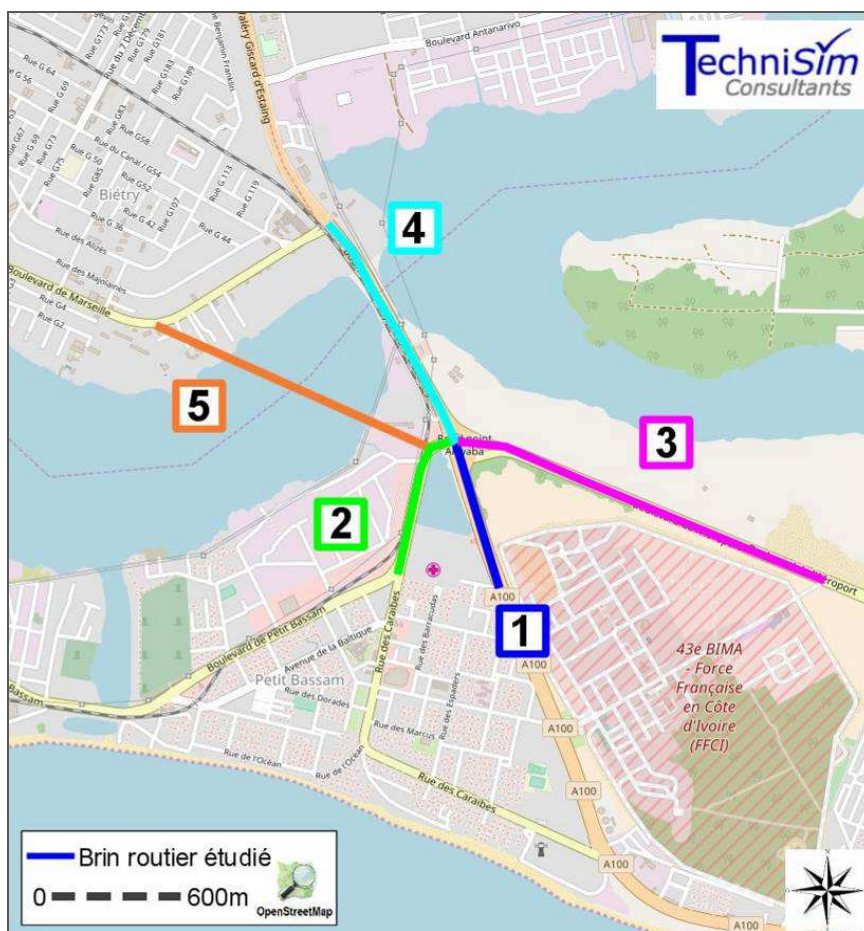


Figure 4 : Brins routiers étudiés

4.2 Emissions atmosphériques

❖ Méthodologie

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques est réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émissions du logiciel COPERT IV.

COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est un modèle élaboré (MEET², CORINAIR, etc.) par différents laboratoires ou instituts de recherche européens sur les transports (INRETS, LAT, TUV, TRL, TNO, etc.). Cet outil permet d'estimer les émissions atmosphériques liées au trafic routier. Bien qu'il s'agisse d'une estimation à l'échelle nationale, la méthodologie COPERT s'applique, dans certaines limites, à des résolutions spatio-temporelles plus fines (1 heure ; 1 km²) et permet ainsi d'élaborer des inventaires d'émission à l'échelle d'un tronçon routier, que l'on appellera « brin », ou du réseau routier d'une zone ou d'une agglomération.

COPERT IV est capable d'utiliser le flux de véhicules sur chaque tronçon donné, soit par des comptages, soit par un modèle de trafic. Le flux total par tronçon est alors décomposé par type de véhicules.

Le modèle d'émissions du système COPERT IV calcule les quantités de polluants rejetées par le trafic sur les différentes voies de circulation introduites dans le modèle.

Les émissions sont ainsi évaluées d'après les facteurs d'émission de méthodologies reconnues principalement à partir du nombre de véhicules et de la vitesse de circulation ainsi que de la longueur des trajets.

❖ Résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques

Le tableau ci-après dresse la liste des émissions journalières sur la totalité de la voirie prise en compte dans le domaine d'étude pour les polluants du trafic routier.

Par rapport à la situation actuelle, l'augmentation de trafic obtenue est compensée au niveau des émissions de polluants atmosphériques. En effet, l'évolution du parc routier futur, renforcée par

² MEET : Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption - DG Transport, Commission Européenne - 1999

l'application des deux décrets de décembre 2017³ limitant l'âge des véhicules d'importation et des véhicules destinés au transport, permettra la généralisation d'améliorations technologiques visant à réduire les émissions de polluants atmosphériques.

Egalement, l'amélioration de la composition des carburants à l'horizon futur contribuera à la diminution des émissions de polluants.

Selon le décret n°2013-220 du 22 mars 2013, la teneur en soufre des carburants doit respecter actuellement une teneur de 150 ppm dans l'essence et de 3 500 ppm pour le gasoil.

Note : Actuellement, les carburants de Côte d'Ivoire correspondent aux normes AFRI-3 pour l'essence et AFRI-2 pour le gasoil.

Pour ce qui regarde l'horizon futur 2022, il a été considéré que les carburants seront conformes aux spécifications des normes immédiatement supérieures : AFRI-4 pour l'essence (150 ppm de soufre) et AFRI-3 pour le gasoil (500 ppm de soufre). Il faut garder à l'esprit que cette hypothèse est majorante. En effet, la SIR (Société Ivoirienne de Raffinage) prévoit une amélioration du schéma de raffinage permettant d'atteindre 50 ppm de soufre pour le gasoil (AFRI-4) d'ici 2020⁴.

Tableau 12 : Emissions globales pour les scénarios traités

COMPOSES	Etat actuel 2017	Etat futur 2022
<i>Dioxyde d'azote (kg / jour)</i>	172,50	155,06
<i>Monoxyde de carbone (kg / jour)</i>	461,41	305,02
<i>Particules PM10 (kg / jour)</i>	19,50	17,86
<i>Particules PM2,5 (kg / jour)</i>	9,98	6,50
<i>Dioxyde de soufre (kg / jour)</i>	36,95	7,50
<i>Benzène (kg / jour)</i>	2,53	1,31
<i>Benzo[a]pyrène (mg / jour)</i>	119,00	164,46
<i>Cadmium (mg / jour)</i>	87,87	102,85
<i>Nickel (mg / jour)</i>	204,72	240,94

³ Communiqué du Conseil des Ministres du 06 décembre 2017 (disponible sur www.gouv.ci)

⁴ « Les spécifications AFRI » ; Présentation de la SIR (Société Ivoirienne de Raffinage) à l'occasion de la réunion ARA / CEDEO les 4 et 5 mai 2016 à Abidjan

Les figures suivantes présentent les émissions des principaux composés caractéristiques de la pollution routière.

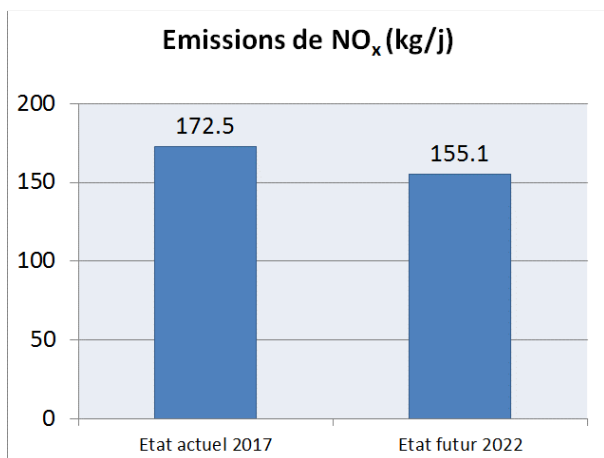


Figure 5 : Emissions journalières – Dioxyde d'azote

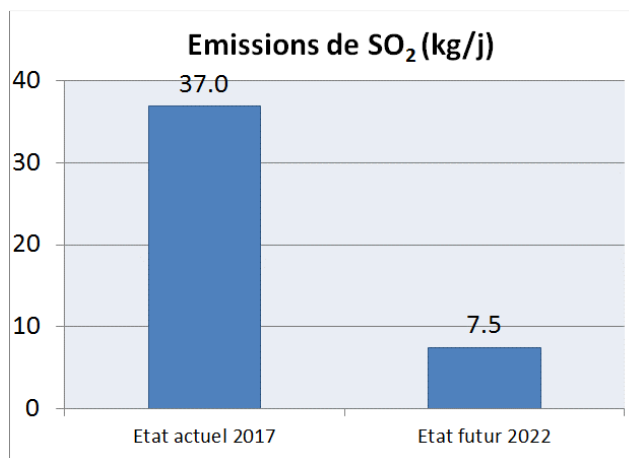


Figure 6 : Emissions journalières – Dioxyde de soufre

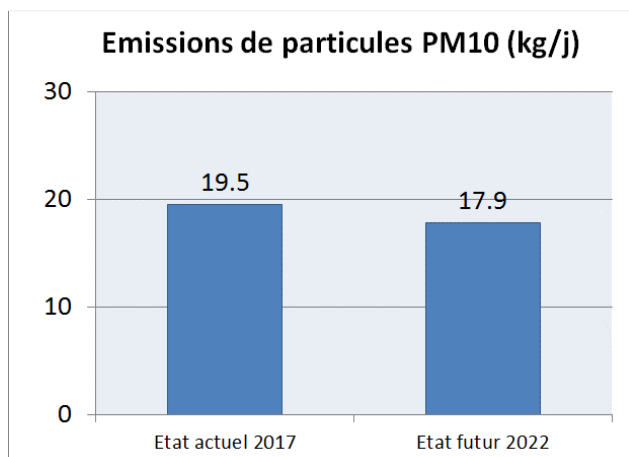


Figure 7 : Emissions journalières – Particules PM10

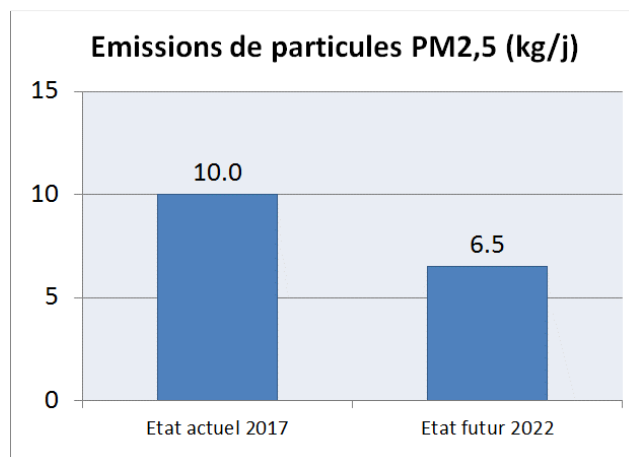


Figure 8 : Emissions journalières – Particules PM2,5

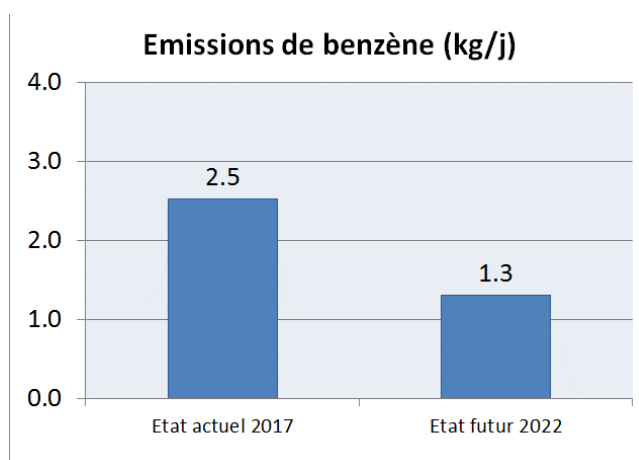


Figure 9 : Emissions journalières – Benzène

4.3 Simulation numérique de la dispersion atmosphérique

L'objectif de la simulation numérique est d'estimer les concentrations en polluants, aux alentours des sources et au niveau des populations et sites sensibles.

Dans le cas étudié ici, le modèle de dispersion atmosphérique utilisé est le logiciel AERMOD développé par l'US EPA (United States Environmental Protection Agency).

Les calculs de dispersion se basent sur des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

❖ Méthodologie

Le modèle AERMOD est présenté par l'AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) comme l'état de l'art parmi les modèles de dispersion de l'US EPA (United States Environmental Protection Agency). Ce modèle a, par ailleurs, été imposé comme modèle de dispersion de l'air obligatoire aux Etats-Unis d'Amérique pour toutes les études réglementaires.

C'est un modèle de type gaussien de dernière génération qui est basé sur la structure turbulente de la couche limite planétaire et des concepts d'échelles, incluant les terrains plats et complexes. Il détermine la vitesse du vent et la classe de stabilité qui donnent lieu aux concentrations maximales.

Ce modèle suppose qu'il n'y a ni déposition lors du transport, ni réaction des polluants.

Ce type de modèle permet de prédire des concentrations au sol de rejets gazeux non réactifs, ou de particules solides.

Par ailleurs, les avantages et les limites de ce type de logiciel sont connus et publiés.

AERMOD contient deux préprocesseurs pour la conversion préalable des données météorologiques et topographiques : AERMET et AERMAP.

L'équation de base des modèles gaussiens permettant le calcul des concentrations, est la suivante :

$$C(x, y, z) = \frac{Q_m}{2 \cdot \pi \cdot u_{10} \cdot \sigma_y(x) \cdot \sigma_z(x)} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2(x)}\right) \cdot \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2 \cdot \sigma_z^2(x)}\right) \right]$$

- Avec C : concentration de polluants au point x,y,z (M/L³)
 Q : débit de la source de polluants en (M/T)
 U₁₀ : vitesse moyenne du vent mesurée à 10 m du sol (L/T)
 σ_y : écart-type de la distribution horizontale de turbulence (L)
 σ_z : écart-type de la distribution verticale de turbulence (L)
 h : hauteur effective de la source de polluants (L)

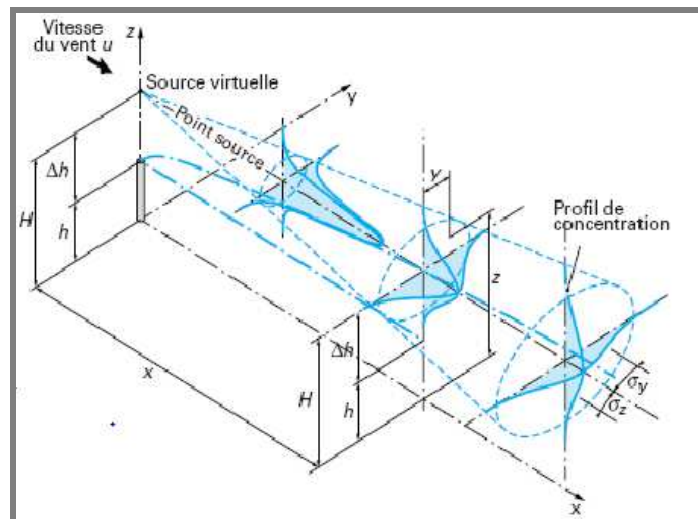


Figure 10 : Modélisation gaussienne d'un panache

La dispersion atmosphérique des polluants est directement influencée par les conditions météorologiques.

Les paramètres nécessaires aux simulations ont été recueillis au niveau de la station météorologique de l'aéroport Félix Houphouët-Boigny. L'utilisation de données horaires permet d'assurer une bonne représentativité de l'évolution des paramètres.

❖ Résultats de la dispersion atmosphérique

- Dioxyde d'azote (NO₂)

Les tableaux suivants indiquent les résultats de la dispersion atmosphérique en moyenne annuelle et horaire.

Tableau 13 : Résultats des modélisations pour le dioxyde d'azote

Dioxyde d'azote NO ₂								
SEUILS	HORIZONS	Maximum	Moyenne	Centile 90	Centile 80	Centile 70	Centile 60	Centile 50
<i>Moyenne annuelle (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 40 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	66,14	7,53	19,39	10,24	6,46	3,91	2,19
	<i>Etat futur 2022</i>	55,00	6,63	16,92	9,29	5,81	3,53	2,20
<i>Moyenne horaire maximum (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 200 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	451,42	62,43	163,87	96,22	66,73	42,81	26,10
	<i>Etat futur 2022</i>	383,83	54,69	141,63	83,64	57,87	37,41	24,09
<i>Nota bene</i> : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.								

Compte tenu de l'importance du trafic au niveau du Carrefour Akwaba, les concentrations maximales en dioxyde d'azote sont supérieures aux seuils recommandés par l'OMS pour les deux situations étudiées.

Cela dit, comme l'illustrent les figures de la page suivante, ces teneurs élevées se retrouvent uniquement à proximité immédiate du carrefour et non pas aux environs des sites sensibles ou des habitations. Ainsi, au niveau du site sensible le plus proche (hôpital de Port-Bouët), les taux de dioxyde d'azote sont conformes aux seuils OMS pour les deux horizons étudiés, c'est-à-dire : 11,49 et 10,35 µg/m³ en moyenne annuelle et 172,83 et 153,42 µg/m³ en moyenne horaire maximum, respectivement pour 2017 et 2022.

Les figures suivantes présentent la cartographie des isocontours des concentrations des polluants des différents scénarios étudiés.

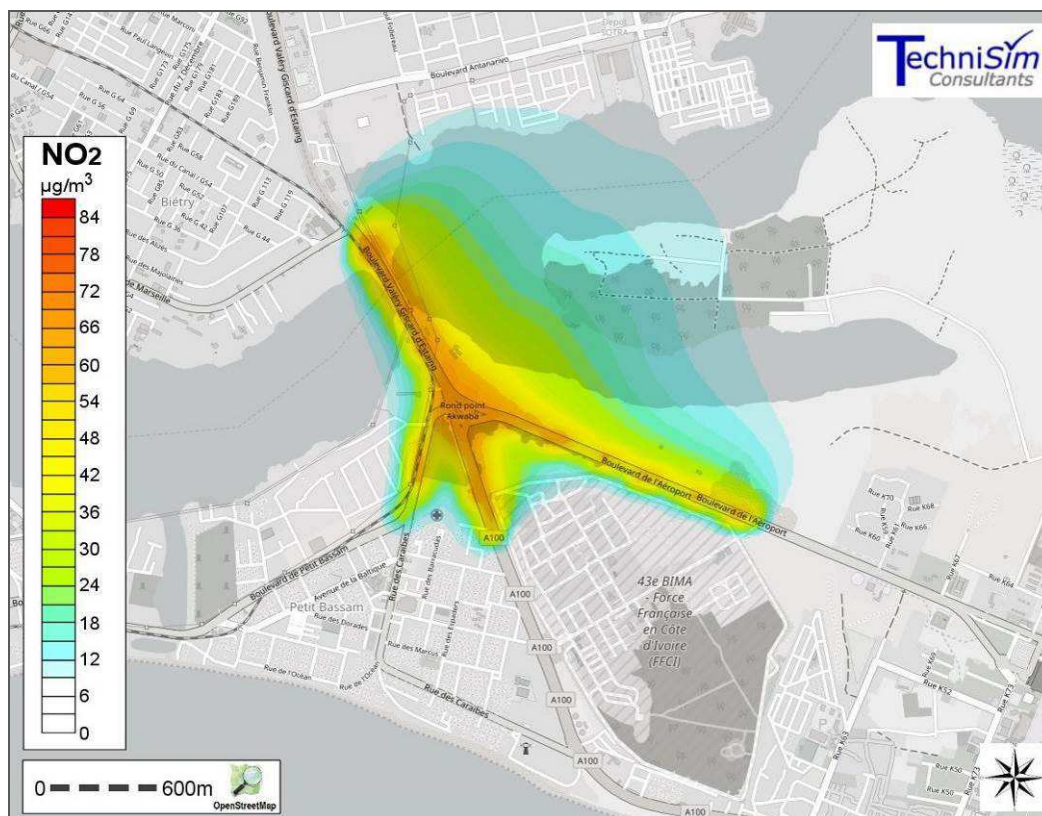


Figure 11 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en NO₂

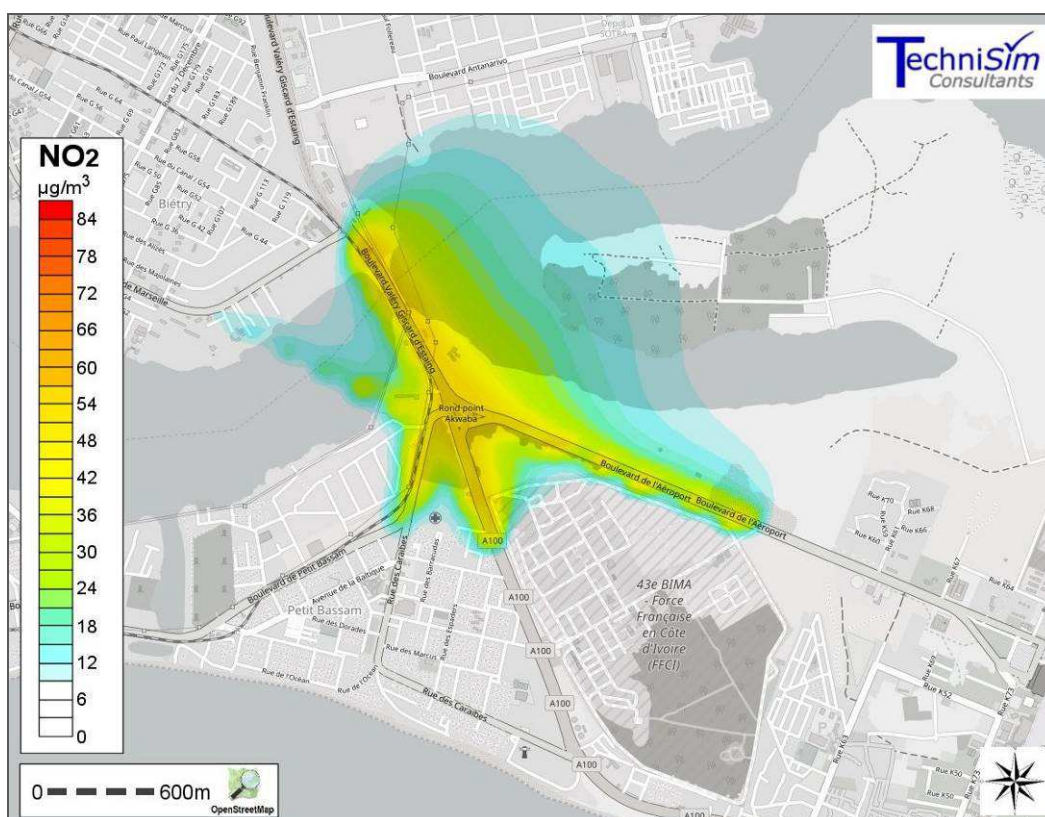


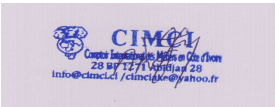
Figure 12 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en NO₂

- Dioxyde de soufre (SO₂)

Les tableaux suivants indiquent les résultats de la dispersion atmosphérique en moyennes annuelle et journalière.

Tableau 14 : Résultats des modélisations pour le dioxyde de soufre

Dioxyde de soufre SO ₂								
SEUILS	HORIZONS	Maximum	Moyenne	Centile 90	Centile 80	Centile 70	Centile 60	Centile 50
<i>Moyenne annuelle (µg/m³)</i>								
Niveau critique européen pour la protection de la végétation : 20 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	14,25	1,61	4,18	2,20	1,38	0,83	0,47
	<i>Etat futur 2022</i>	2,67	0,32	0,81	0,44	0,27	0,17	0,10
<i>Moyenne journalière maximum (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 20 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	38,12	6,30	13,68	8,23	6,03	4,65	3,70
	<i>Etat futur 2022</i>	7,70	1,24	2,70	1,63	1,18	0,90	0,72



Nota bene : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Les concentrations en dioxyde de soufre respectent globalement les seuils pouvant exister, à l'exception du maximum journalier pour l'horizon actuel au niveau du Carrefour Akwaba.

Avec l'amélioration des carburants à l'horizon 2022, les teneurs en dioxyde de soufre vont nettement diminuer et respecteront alors les valeurs seuils existantes pour toutes les périodes temporelles.

Les figures suivantes présentent la cartographie des isocontours des différents scénarios étudiés.

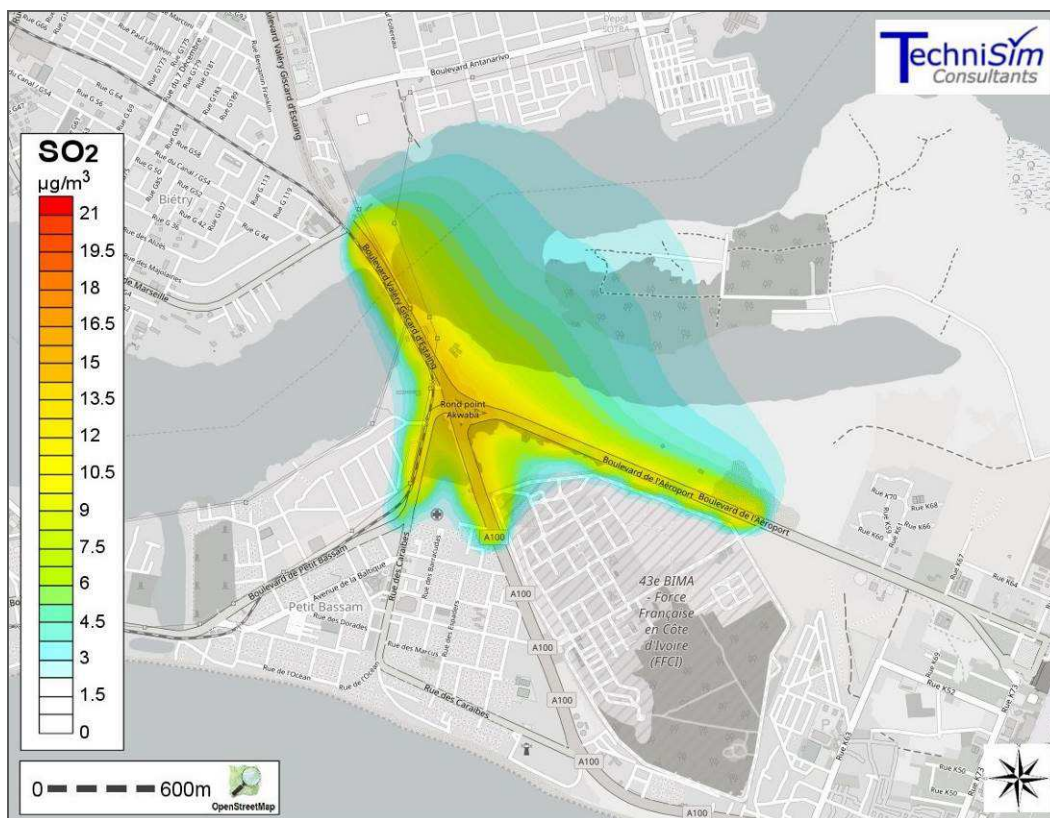


Figure 13 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en SO_2

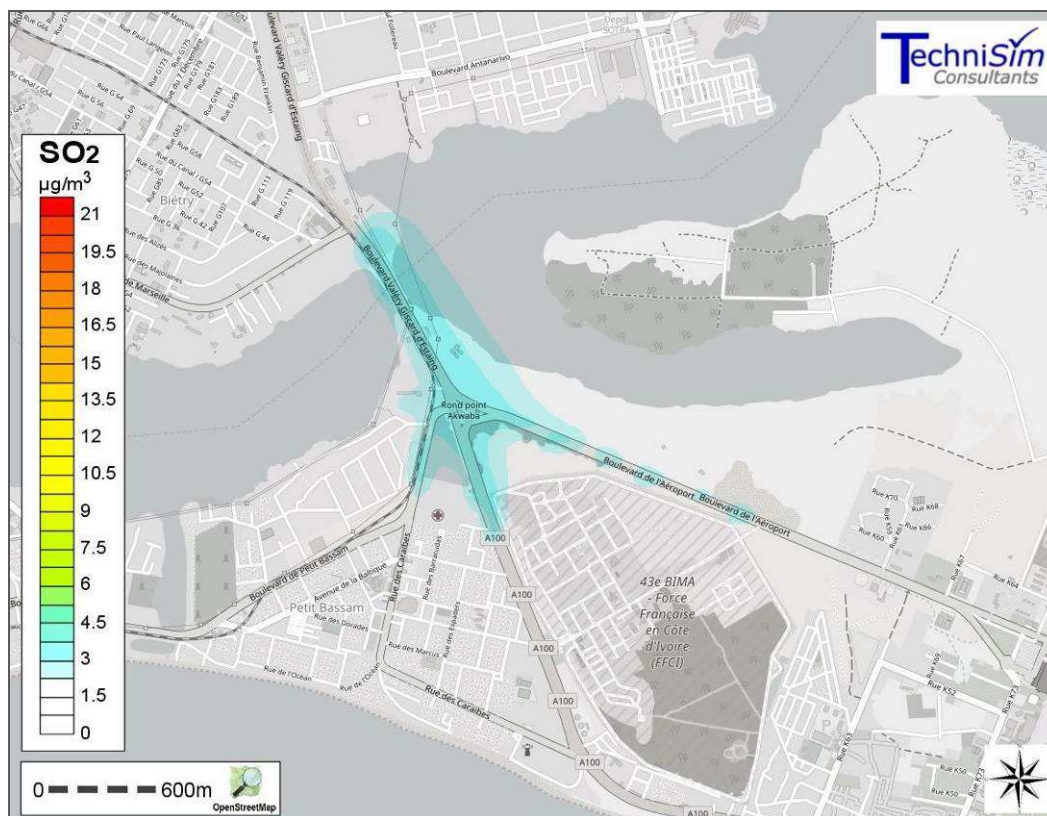


Figure 14 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en SO₂

- Particules PM10

Les tableaux suivants indiquent les résultats de la dispersion atmosphérique en moyenne annuelle et journalière.

Tableau 15 : Résultats des modélisations pour les particules PM10

Particules PM10								
SEUILS	HORIZONS	Maximum	Moyenne	Centile 90	Centile 80	Centile 70	Centile 60	Centile 50
<i>Moyenne annuelle (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 10 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	3,83	0,43	1,11	0,59	0,35	0,21	0,13
	<i>Etat futur 2022</i>	2,38	0,27	0,70	0,38	0,23	0,14	0,09
<i>Moyenne journalière maximum (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 25 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	10,01	1,67	3,65	2,18	1,54	1,19	0,99
	<i>Etat futur 2022</i>	6,60	1,05	2,34	1,38	0,99	0,75	0,61



Nota bene : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Les concentrations en particules PM10 respectent les seuils OMS établis.

Les figures suivantes présentent la cartographie des isocontours des différents scénarios étudiés.

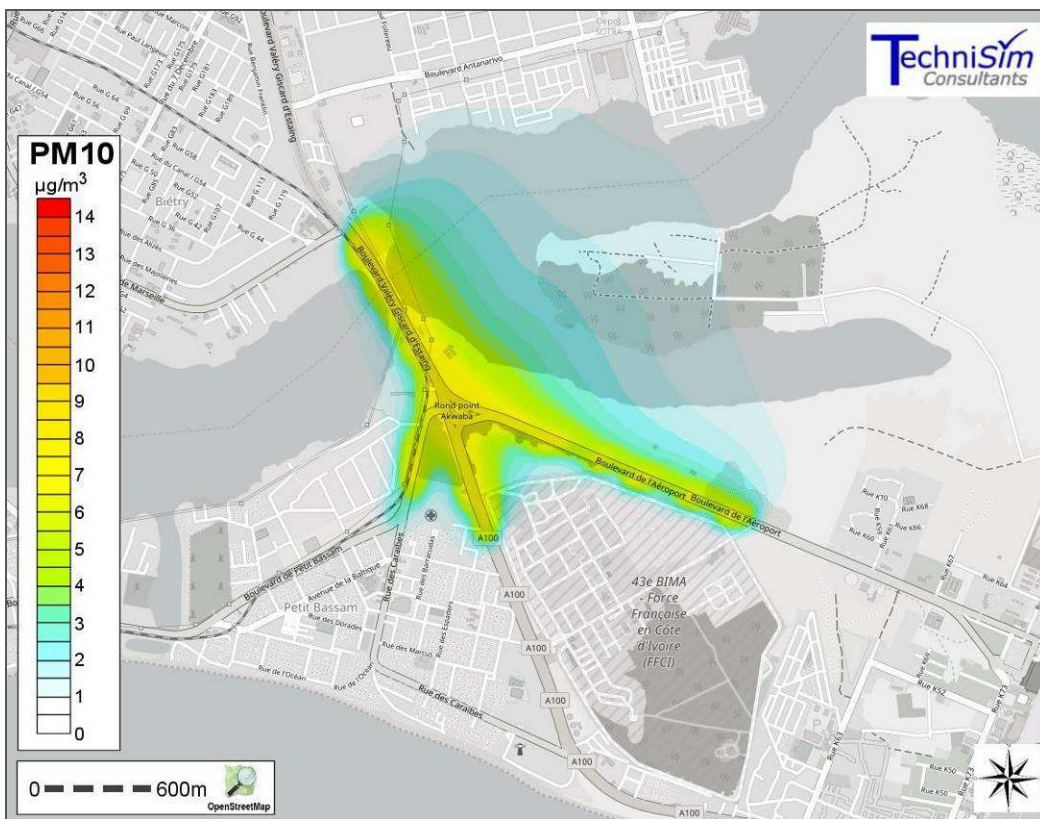


Figure 15 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en PM10

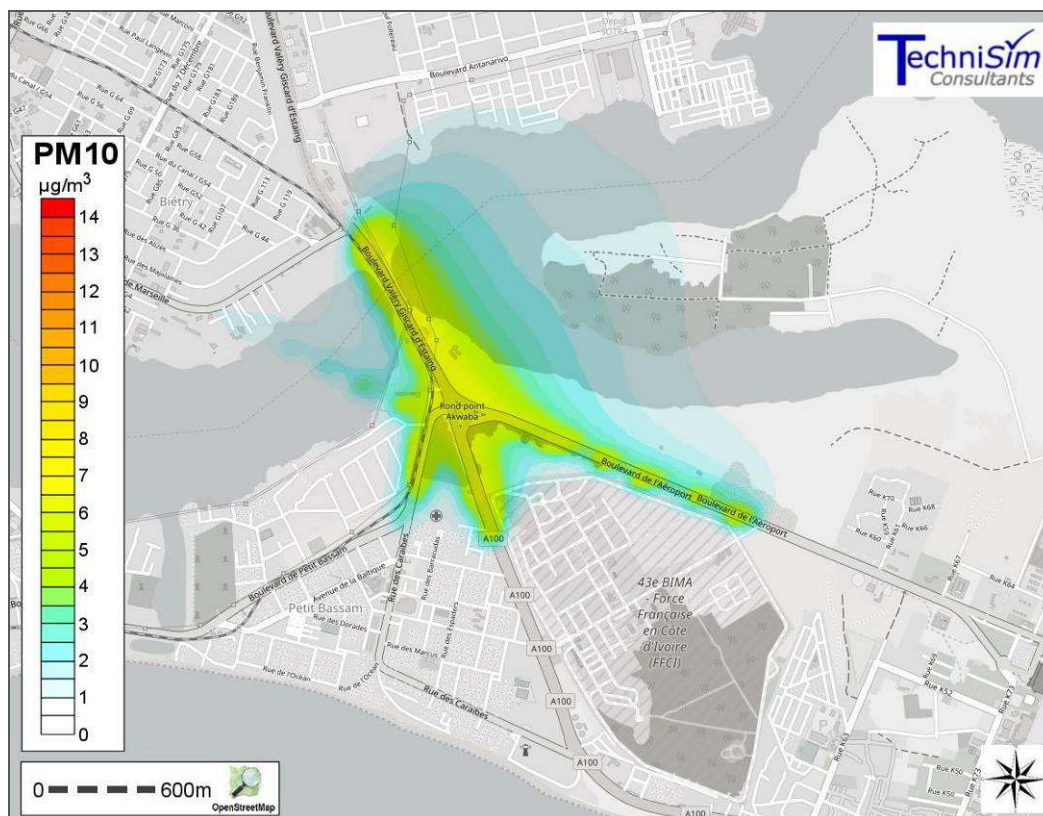


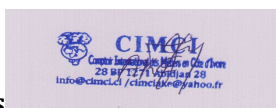
Figure 16 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en PM10

- Particules PM2,5

Les tableaux suivants indiquent les résultats de la dispersion atmosphérique en moyenne annuelle et journalière.

Tableau 16 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5

Particules PM2,5								
SEUILS	HORIZONS	Maximum	Moyenne	Centile 90	Centile 80	Centile 70	Centile 60	Centile 50
<i>Moyenne annuelle (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 20 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	7,61	0,85	2,19	1,17	0,73	0,44	0,25
	<i>Etat futur 2022</i>	6,37	0,76	1,94	1,06	0,66	0,40	0,25
<i>Moyenne journalière maximum (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 50 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	19,90	3,31	7,22	4,34	3,16	2,43	1,93
	<i>Etat futur 2022</i>	17,64	2,93	6,53	3,88	2,83	2,17	1,73



Nota bene : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Les concentrations en particules PM2,5 sont conformes aux seuils OMS en moyennes annuelle et journalière.

Les figures suivantes présentent la cartographie des isocontours des différents scénarios étudiés.

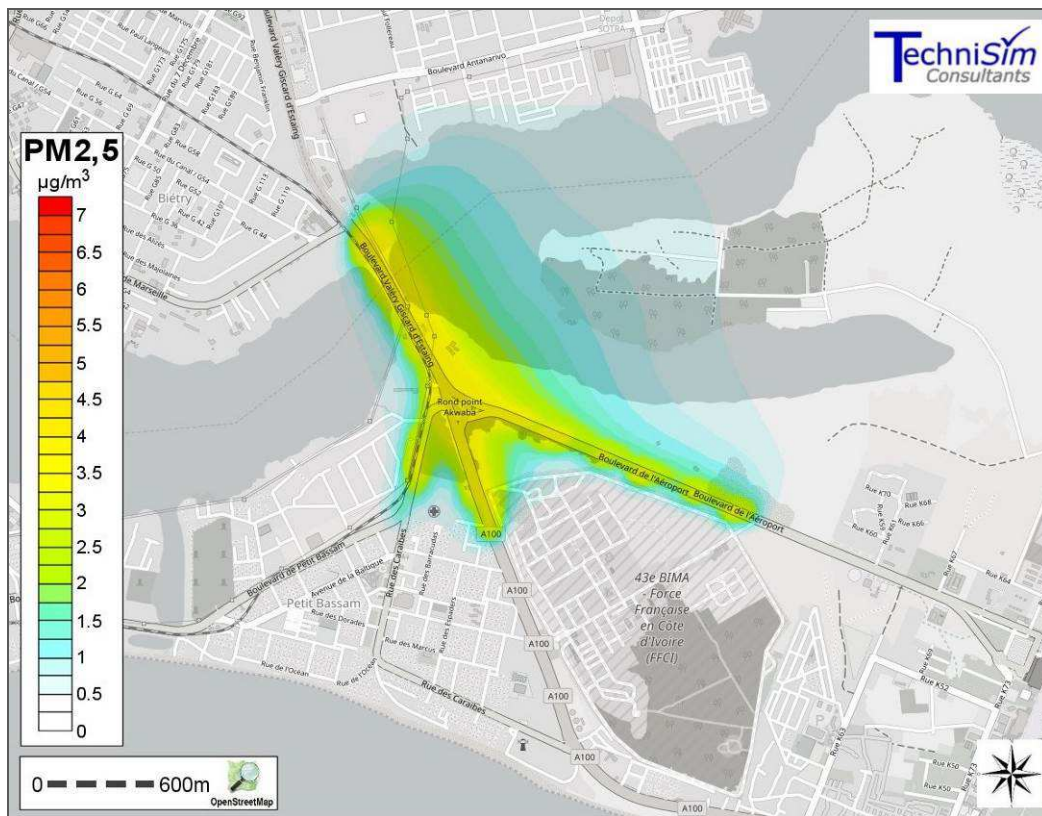


Figure 17 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en PM2,5

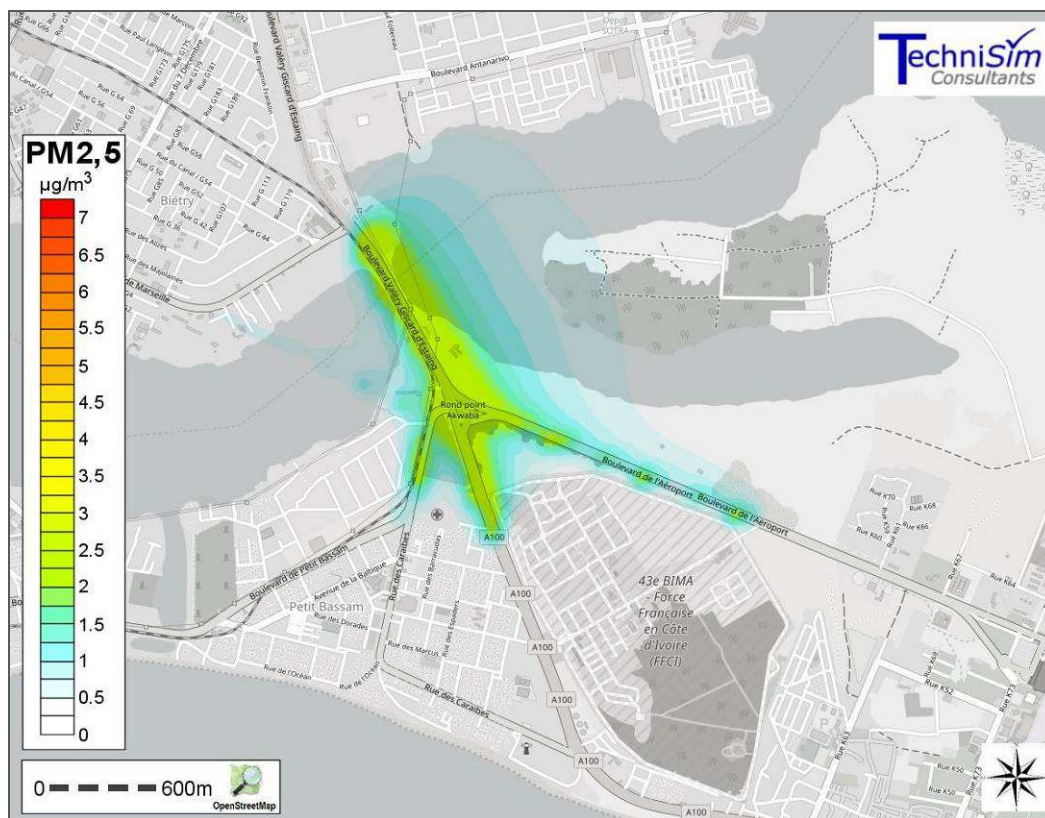


Figure 18 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en PM2,5

- Benzène

Les tableaux suivants indiquent les résultats de la dispersion atmosphérique en moyenne annuelle.

Tableau 17 : Résultats des modélisations pour le benzène

Benzène								
Seuil	Horizon	Maximum	Moyenne	Centile 90	Centile 80	Centile 70	Centile 60	Centile 50
<i>Moyenne annuelle (µg/m³)</i>								
Valeur limite européenne : 5 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	0,95	0,11	0,27	0,15	0,09	0,05	0,03
	<i>Etat futur 2022</i>	0,48	0,05	0,14	0,07	0,04	0,03	0,02
<i>Nota bene</i> : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.								

Les concentrations en benzène respectent la valeur limite européenne de 5 µg/m³.

Les figures suivantes présentent la cartographie des isocontours des différents scénarios étudiés.

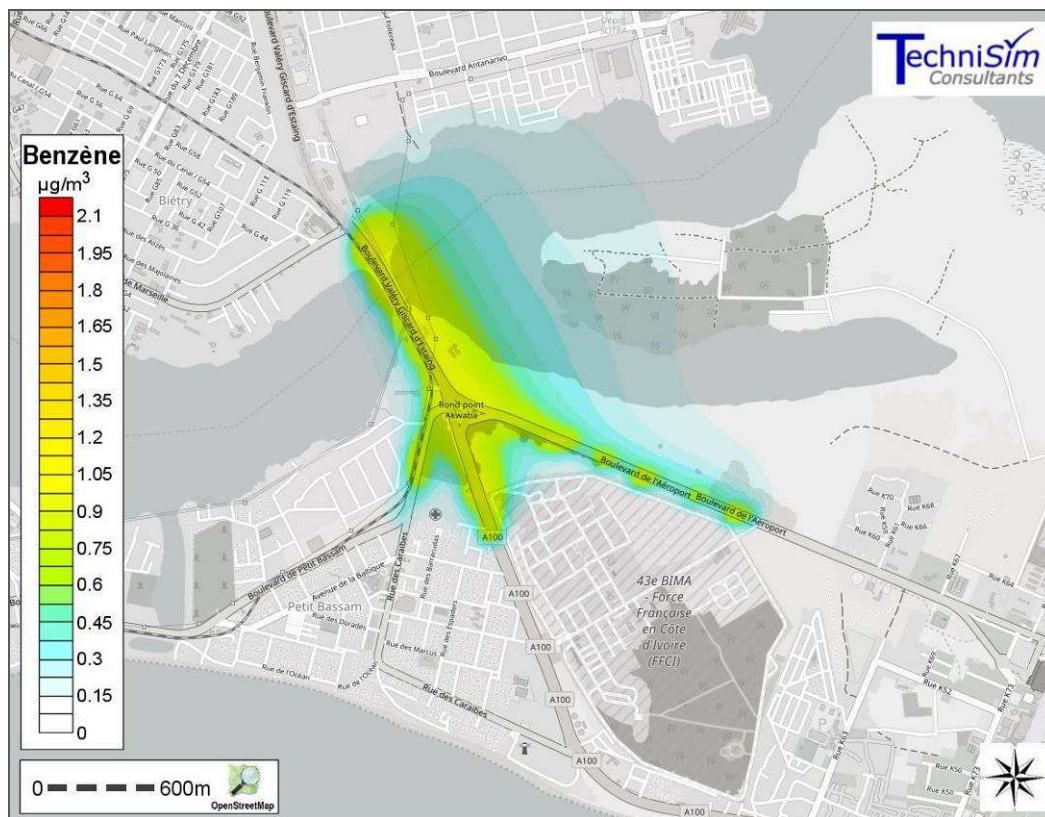


Figure 19 : Etat actuel 2017 – Concentration moyenne annuelle en benzène

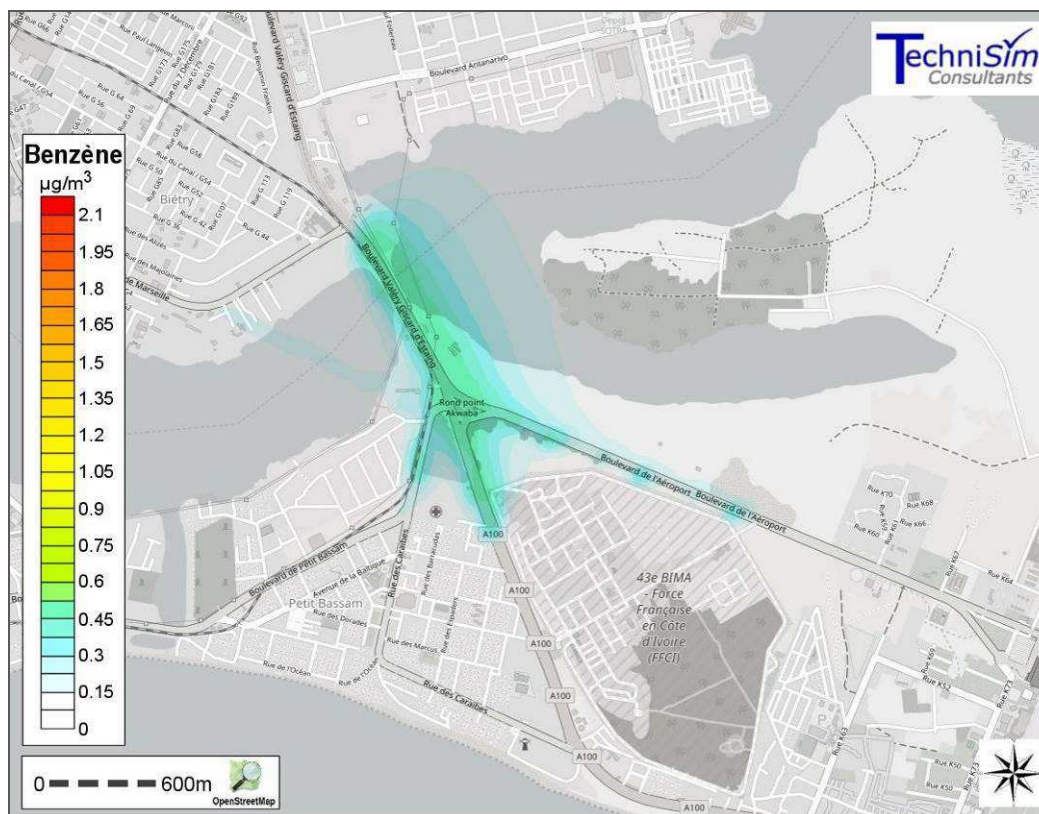


Figure 20 : Etat futur 2022 – Concentration moyenne annuelle en benzène

- Autres polluants : Benzo[a]pyrène, Cadmium, Nickel, Monoxyde de carbone

Les tableaux suivants indiquent les résultats de la dispersion atmosphérique pour le benzo[a]pyrène, le cadmium, le nickel et le monoxyde de carbone.

Tableau 18 : Résultats des modélisations pour les particules PM2,5

SEUILS	HORIZONS	Maximum	Moyenne	Centile 90	Centile 80	Centile 70	Centile 60	Centile 50
BENZO[A]PYRENE								
<i>Moyenne annuelle (ng/m³)</i>								
Valeur cible européenne : 1 ng/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	3,12E-02	4,20E-03	1,12E-02	6,62E-03	4,23E-03	2,74E-03	1,59E-03
	<i>Etat futur 2022</i>	4,16E-02	5,67E-03	1,52E-02	8,92E-03	5,52E-03	3,72E-03	2,15E-03
CADMIUM								
<i>Moyenne annuelle (ng/m³)</i>								
Valeur cible européenne : 5 ng/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	2,24E-02	3,14E-12	8,20E-12	4,87E-03	3,31E-03	2,11E-03	1,27E-03
	<i>Etat futur 2022</i>	2,56E-02	3,59E-03	9,36E-03	5,59E-03	3,67E-03	2,41E-03	1,46E-03
NICKEL								
<i>Moyenne annuelle (ng/m³)</i>								

Valeur cible européenne : 20 ng/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	5,17E-02	7,30E-03	1,91E-02	1,14E-02	7,81E-03	4,93E-03	2,97E-03
	<i>Etat futur 2022</i>	6,00E-02	8,41E-03	2,18E-02	1,32E-02	8,70E-03	5,68E-03	3,48E-03
MONOXYDE DE CARBONE <i>Moyenne horaire maximum (µg/m³)</i>								
Seuil OMS : 30 000 µg/m³	<i>Etat actuel 2017</i>	1 186,02	161,45	435,38	258,14	160,00	104,23	58,35
	<i>Etat futur 2022</i>	754,96	103,96	281,24	165,85	100,57	66,74	38,35
Nota bene : Ces résultats ne considèrent que l'effet des émissions des brins considérés. Les autres sources d'émission ne sont pas prises en considération, l'objectif étant de déterminer l'impact du projet sur la qualité de l'air.								

Les concentrations en benzo[a]pyrène, en cadmium, en nickel et monoxyde de carbone respectent les valeurs cibles européennes ou les seuils OMS en vigueur.

Conclusion

Cette étude de la qualité de l'air s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement du Carrefour Akwaba, dans la commune de Port-Bouët à ABIDJAN, en Côte d'Ivoire.

Afin de pouvoir caractériser la qualité actuelle de l'air aux abords du projet, il a été compilé dans cette étude les résultats de plusieurs campagnes de mesure réalisées entre 2010 et 2016 sur Abidjan.

Il en ressort que si la qualité de l'air est plutôt bonne dans l'ensemble, elle peut cependant se trouver au-dessus des seuils de qualité pour certains polluants, à proximité des sources de pollution (milieux « trafic » et « industrie / décharge »).

Par ailleurs, il a été identifié les sites sensibles à la pollution atmosphérique et les zones d'habitation aux abords du projet, le site sensible le plus proche étant l'hôpital de Port-Bouët, situé à environ 400 m au sud du Carrefour Akwaba.

Pour appréhender les effets du projet sur la qualité de l'air, un calcul des émissions des polluants du trafic routier a été réalisé pour l'état actuel 2017 et la situation future de 2022.

Les résultats indiquent que, par rapport à la situation actuelle, il sera possible de compenser l'augmentation du trafic futur au niveau des émissions de polluants atmosphériques grâce à l'évolution du parc routier et à l'amélioration des carburants.

Ensuite de cela, la simulation numérique de la dispersion a permis d'estimer les concentrations en polluants pour les horizons 2017 et 2022, aux alentours des sources et au niveau des populations et sites sensibles.

Le dioxyde d'azote présente des teneurs maximales dépassant les seuils recommandés par l'OMS pour les deux situations étudiées, mais ces fortes concentrations sont localisées au niveau du Carrefour Akwaba, et non à proximité des sites sensibles et des habitations.

Dans l'ensemble pour les autres polluants liés au trafic routier, les concentrations respectent les différents seuils pouvant exister.

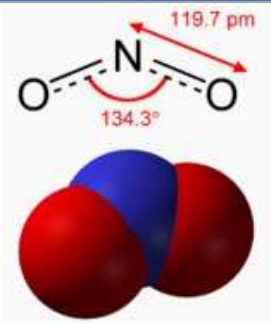
En l'absence d'observations écrites de la part du Commanditaire sous un mois ferme, le présent rapport sera considéré comme finalisé et validé.

L'appropriation et l'usage des résultats sont de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Annexe 1 : Présentation des polluants mesurés

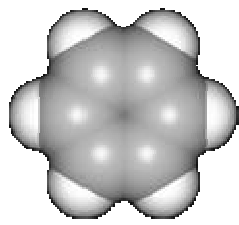
❖ Dioxyde d'azote NO₂

Tableau 19 : Présentation du dioxyde d'azote

Dioxyde d'azote NO ₂			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>Principalement émis par les véhicules (près de 60 % des émissions) et par les installations de combustion.</p> <p>Formé lors d'une combustion se produisant à température suffisamment élevée pour entraîner une réaction entre l'azote et l'oxygène de l'air.</p>	<p>Les oxydes d'azote sont des gaz irritants qui pénètrent dans les ramifications les plus fines des voies respiratoires.</p>	<p>Formation d'ozone</p> <p>Pluies acides</p> <p>Eutrophisation</p>

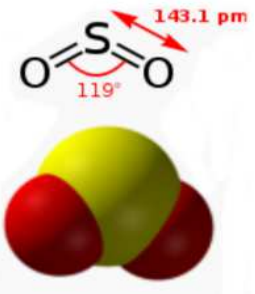
❖ Benzène C₆H₆

Tableau 20 : Présentation du benzène

Benzène C ₆ H ₆			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>Hydrocarbures (évaporation ou stockage des produits pétroliers, réservoirs d'automobile), combustion incomplète, aire cultivée, milieux naturels, solvants (peintures, encre, surface métal, vêtements).</p>	<p>Il n'existe pas de seuil identifiable en dessous duquel le benzène ne présente pas de risque pour la santé humaine.</p> <p>Effets variés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - gêne olfactive à une irritation ; - Diminution des capacités respiratoires ; - Effets mutagène et cancérigène. 	<p>Rôle majeur dans le processus de la formation de l'ozone dans la basse atmosphère.</p>

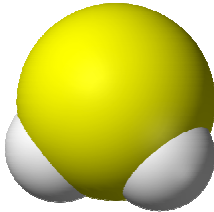
❖ Dioxyde de soufre SO₂

Tableau 21 : Présentation du dioxyde de soufre

Dioxyde de soufre SO ₂			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	Résultat de la combustion des matières fossiles contenant du soufre (charbon, fuel, gazole...) et des procédés industriels.	Gaz irritant lorsqu'il entre en synergie avec d'autres substances (notamment les particules en suspension). Il altère la fonction, pulmonaire chez l'enfant et exacerbe les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire). Les personnes asthmatiques y sont très sensibles.	En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue aux phénomènes de pluies acides ainsi qu'à la dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions.

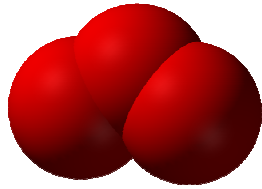
❖ Sulfure d'hydrogène H₂S

Tableau 22 : Présentation du sulfure d'hydrogène

Sulfure d'hydrogène H ₂ S			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>Fermentation anaérobie des substances organiques (dans les marécages, les plans d'eau et les stations d'épuration, ...). Constituant des gaz naturels, pétrole, charbon...</p> <p>Il est formé par l'industrie lors du traitement de composés soufrés (cracking et raffinage du pétrole, vulcanisation du caoutchouc, fabrication de fibres synthétiques...). Production endogène chez l'Homme (intestin, cerveau...).</p> <p>Traitement acide des sulfures minéraux.</p>	<p>Le sulfure d'hydrogène (H₂S) est un gaz dont l'odeur se compare à celle d'un œuf pourri. Son seuil de détection olfactive varie entre 1 et 50 µg/m³ dépendant de la sensibilité de chaque individu.</p> <p>Le niveau de concentration de ce polluant dans l'air constitue une nuisance olfactive plutôt qu'un danger réel pour la santé de la population. Une exposition légère au sulfure d'hydrogène, soit à un niveau de concentration allant de 2 800 à 7 000 µg/m³ peut causer des irritations aux yeux.</p>	<p>Dangereux pour l'environnement en particulier pour la faune aquatique. Dans l'eau, H₂S se dissocie à égalité en anion hydrogénosulfure (HS⁻) et dianion sulfure (S²⁻) et peut s'oxyder en présence de O₂ dissout. Dans l'air, H₂S est facilement oxydé par O₂ ou O₃ en SO₂ qui évolue en H₂SO₄ (acide sulfurique participant au phénomène des pluies acides).</p>

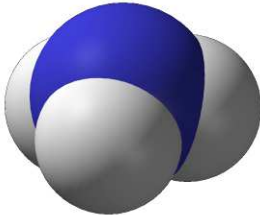
❖ Ozone O₃

Tableau 23 : Présentation de l'ozone

Ozone O ₃			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>Polluant secondaire issu de la transformation photochimique (sous l'effet des rayonnements UV) de polluant primaires de l'air (NO_x et COV).</p>	<p>Pénétration jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Toux et altération pulmonaire, irritations oculaires. Effets amplifiés par l'exercice physique.</p>	<p>Effet néfaste sur la végétation et sur les matériaux (caoutchouc).</p>

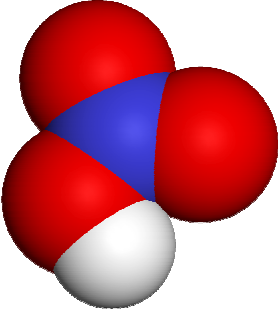
❖ Ammoniac NH₃

Tableau 24 : Présentation de l'ammoniac

Ammoniac NH ₃			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>Polluant surtout lié aux activités agricoles (rejets organiques de l'élevage) mais également induit par l'usage de voitures équipées d'un catalyseur.</p>	<p>Très irritant pour le système respiratoire, la peau et les yeux. A forte concentration, ce gaz peut entraîner des œdèmes pulmonaires.</p>	<p>L'ammoniac est un gaz très soluble dans l'eau. Dans les eaux douces courantes, sa toxicité aiguë provoque chez les poissons notamment, des lésions branchiales et une asphyxie des espèces sensibles. Facilite l'eutrophisation.</p>

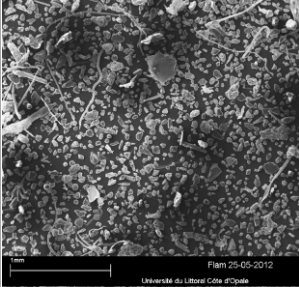
❖ Acide nitrique HNO₃

Tableau 25 : Présentation de l'acide nitrique

Acide nitrique HNO ₃			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>L'acide nitrique est un polluant secondaire formé suite à l'hydratation du dioxyde d'azote.</p>	<p>L'exposition par inhalation provoque des signes d'irritation des voies respiratoires : rhinorrhée, éternuements, sensation de brûlure nasale et pharyngée, toux, dyspnée, douleur thoracique.</p> <p>Peut entraîner des érosions dentaires lors d'exposition répétées.</p>	<p>Participe au phénomène des pluies acides.</p>

❖ Dépôts particuliers

Tableau 26 : Dépôts particuliers

Dépôts particuliers			
Composé	Origine	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
	<p>Les poussières sédimentables se déposent au niveau du sol ou de toute autre surface, soit par dépôt sec (gravité), soit entraînées par la pluie ou la neige.</p> <p>Les poussières sédimentables sont donc constituées de particules de diamètres variables, mais généralement supérieurs à quelques microns.</p> <p>D'origine naturelle (volcans) ou humaine (brûlages non encadrés, carrières, industries), les poussières sédimentables sont émises essentiellement par des actions mécaniques et tombent sous l'effet de leur poids.</p>	<p>Compte tenu de leur diamètre important, les poussières sédimentables présentent un faible risque toxicologique direct par inhalation pour l'Homme. Cela dit, ces dépôts peuvent représenter une gêne importante des riverains du fait de l'empoussièrement de leur environnement de vie.</p>	<p>Les éléments des dépôts particuliers peuvent s'accumuler dans le sol, contaminer l'écosystème et entrer dans la chaîne alimentaire (notamment les dioxines).</p> <p>Le recouvrement des feuilles diminue la photosynthèse des plantes, et entraîne la baisse des rendements agricoles.</p>